

ANALISIS VARIABILITAS CURAH HUJAN DAN SUHU DI BALI (*Rainfall and Temperature Variability Analysis in Bali*)

Oleh / By :

Ogi Setiawan

Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu, Jl. Dharma Bhakti No. 7,
Desa Langko, Kec. Lingsar, Kab. Lombok Barat, NTB; Tlp. (0370) 6573874, Fax (0370) 6573841
E-mail: o.setiawan@forda-mof.org, o_setiawan@yahoo.com

Diterima sekretariat : 22 Agustus 2011, siap cetak : 22 April 2012

ABSTRACT

As an archipelago country, Indonesia is more vulnerable to the impact of climate change. Potential impacts of climate change are rainfall pattern change, increasing of temperature and rising of sea level. Forestry and agriculture are the sectors which will obtain climate change impact seriously. One of the islands in Indonesia archipelago which is vulnerable to climate change is Bali island. To support mitigation and adaptation effort, information of climate change in Bali Island is needed. Therefore, the aim of the research was to find out the variability of climate and its components such as rainfall and temperature in Bali Island. The method used in the research was trend analysis of rainfall, change analysis of climate type, shift of dry, moist and wet month and trend analysis of temperature. Rainfall data used in the research were from Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) model (1961-1998) and Meteorology, Climatology and Geophysical Agency (BMKG) of Bali (1999-2008). For the temperature, it used monthly average from BMKG of Bali (2004-2008). The result showed that in general, Bali Island has experienced the climate change. Monthly and annual rainfall as well as monthly average temperature had a tendency to increase along the analysis period. Schmidt-Ferguson climate type has changed from relatively wet to rather dry. Dry, moist and wet months also experienced a shift and change in number. Impact of climate change on forest ecosystem in Bali has not known for sure, but implication of climate change on forestry sector has; such as forest fire and change of plantation schedule.

Keywords: Climate change, rainfall, temperature, Bali

ABSTRAK

Indonesia sebagai negara kepulauan yang terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil menjadi sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim. Salah satu pulau yang juga rentan terhadap perubahan iklim adalah pulau Bali. Dampak potensial adanya perubahan iklim adalah perubahan pola hujan, peningkatan suhu udara dan kenaikan permukaan laut. Sektor yang akan menerima dampak perubahan iklim dengan serius adalah sektor kehutanan dan pertanian. Untuk mendukung upaya mitigasi dan adaptasi maka diperlukan informasi perubahan iklim yang terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabilitas iklim di Bali. Metode yang digunakan adalah analisis kecenderungan curah hujan, analisis perubahan suhu udara, analisis perubahan tipe iklim dan analisis pergeseran bulan basah, lembab dan kering. Data hujan yang digunakan adalah data hujan dari GPCC (1961-1998) dan BMKG Bali (1999-2008), sedangkan data suhu berasal dari BMKG Bali (2004-2008). Hasil analisis menunjukkan bahwa di pulau Bali secara umum sudah mengalami perubahan iklim. Tipe iklim berdasarkan Schmidt-Ferguson mengalami perubahan dari relatif basah menjadi agak kering. Suhu udara rata-rata bulanan serta curah

hujan bulanan dan tahunan memiliki kecenderungan yang semakin meningkat. Bulan basah dan bulan kering telah mengalami pergeseran dan perubahan jumlahnya. Dampak perubahan iklim terhadap ekosistem hutan di Bali belum diketahui dengan pasti, namun terdapat beberapa implikasi perubahan iklim terhadap sektor kehutanan diantaranya kebakaran hutan dan perubahan jadwal penanaman.

Kata kunci: Perubahan iklim, curah hujan, suhu udara, Bali

I. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan yang terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil menjadi sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim. Di sisi lain, beberapa sumber menyebutkan bahwa negara berkembang mempunyai resiko terkena dampak yang lebih besar akibat perubahan iklim dari negara maju, hal ini salah satunya disebabkan negara berkembang dinilai belum mampu untuk membangun infrastruktur untuk beradaptasi. Salah satu pulau di Indonesia yang termasuk kategori pulau kecil, yakni yang mempunyai luas kurang dari 10.000 km², adalah pulau Bali. Sebagai pulau kecil pulau Bali juga menjadi sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim.

Iklim dapat didefinisikan sebagai kondisi rata-rata suhu udara, curah hujan, tekanan udara, arah angin, kelembaban udara dan parameter iklim lainnya dalam jangka waktu yang panjang (Bayong Tjasyono, 2004). Apabila terjadi perubahan dari kondisi rata-rata parameter iklim, maka hal tersebut dikatakan sebagai perubahan iklim. Perubahan iklim tidak terjadi secara mendadak atau dalam jangka waktu yang singkat, tetapi berlangsung secara perlahan dalam jangka waktu yang sangat panjang (Panjiwibowo dkk, 2003). Perubahan iklim ini diakibatkan oleh semakin meningkatnya konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) seperti CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, dan SF₆ di atmosfer. Emisi GRK bersumber dari berbagai sektor seperti industri, energi, dan pertanian secara luas. Di bidang pertanian tata guna lahan, perubahan

tata guna lahan dan kehutanan (*Land Use, Land use Change and Forestry (LULUCF)*) menyumbang 18-20% emisi GRK di atmosfer. Di bidang kehutanan sendiri kegiatan deforestasi sumberdaya hutan telah menyumbang emisi GRK sebanyak 6 Gt (1 Gt = 10¹⁵ g) per tahun (IPCC, 2007).

Dampak potensial adanya perubahan iklim adalah perubahan pola hujan, peningkatan suhu udara dan kenaikan permukaan laut (Vladu, 2006). Sektor yang akan menerima dampak perubahan iklim dengan serius adalah sektor kehutanan dan pertanian. Hal ini disebabkan kedua sektor tersebut sangat dipengaruhi oleh curah hujan baik variasi antar musim maupun antar tahun, akibat dari monsoon Australia-Asia dan *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO) yang dinamik (Naylor *et al.*, 2007).

Perubahan pola hujan akan mengakibatkan pergeseran awal musim baik musim hujan maupun kemarau. Bencana kekeringan sebagai akibat musim kemarau yang akan berlangsung lebih lama, mengancam produktivitas lahan. Di sisi lain, musim hujan akan berlangsung lebih singkat namun dengan intensitas yang tinggi bila dibandingkan kondisi normal. Hal ini akan memperbesar peluang terjadinya bencana banjir dan tanah longsor (Meiviana *et.al.*, 2004). Keterbatasan data suhu udara dengan pengamatan yang panjang mengakibatkan dampak pemanasan global terhadap perubahan suhu di Indonesia masih sangat jarang. Namun demikian berdasarkan studi Runtunuwu dan Kondoh (2006) yang membandingkan suhu udara rata-

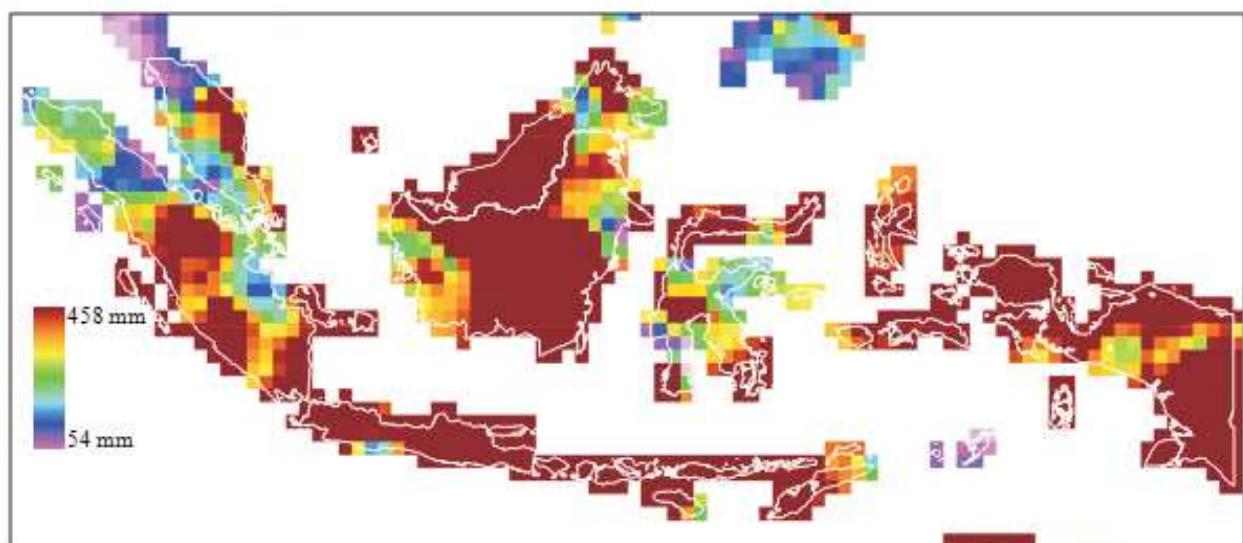
rata global periode 1900-1920 dengan 1990-1995, menyatakan rata-rata peningkatan suhu global selama 95 tahun adalah $0,57^{\circ}\text{C}$. Untuk daerah tropis mengalami peningkatan rata-rata $0,3^{\circ}\text{C}$. Dampak peningkatan suhu terhadap tanaman di antaranya adalah peningkatan konsumsi air, peningkatan transpirasi, percepatan pematangan buah/biji, dan perkembangan beberapa Organisme Pengganggu Tanaman (Las, 2007).

Untuk menanggulangi masalah perubahan iklim khususnya di pulau Bali, maka perlu dilakukan upaya mitigasi, dan yang lebih penting adalah adaptasi terhadap perubahan yang terjadi. Kebijakan mitigasi dan adaptasi ini harus didasarkan pada data variabilitas iklim. Studi ini dilakukan untuk mengkaji bagaimana variabilitas iklim di Bali yang terdiri dari unsur curah hujan, tipe iklim, pola pergeseran bulan basah, lembab dan kering serta suhu udara.

II. METODE PENELITIAN

A. Data yang Digunakan

Ketersediaan data iklim termasuk curah hujan dan suhu di Indonesia pada umumnya masih sangat sulit dan mempunyai rentang waktu pengamatan yang tidak terlalu panjang. Pada kajian ini data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 50 tahun. Data tersebut terdiri dari data curah hujan tahun 1989-2008 dari 12 stasiun curah hujan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang dianggap dapat mewakili kondisi Bali secara spasial dan periode pengukuran yang sama, serta data curah hujan hasil keluaran GCM (*Global Circulation Model*) dalam hal ini adalah data curah hujan yang dikeluarkan oleh GPCC (*Global Precipitation Climatology Centre*) dari tahun 1961-1988 (ftp://ftp-anon.dwd.de/pub/data/gpcc/html/fulldata_download.html). Data curah hujan dari GPCC disediakan dalam bentuk grid dengan ukuran $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$ dengan rentang waktu 1901-2007. Pada Gambar 1 disajikan ilustrasi data curah hujan yang bersumber dari GPCC.



Gambar 1. Ilustrasi distribusi curah hujan dari GPCC format grid di Indonesia
Figure 1. Illustration of GPCC grid format rainfall distribution in Indonesia

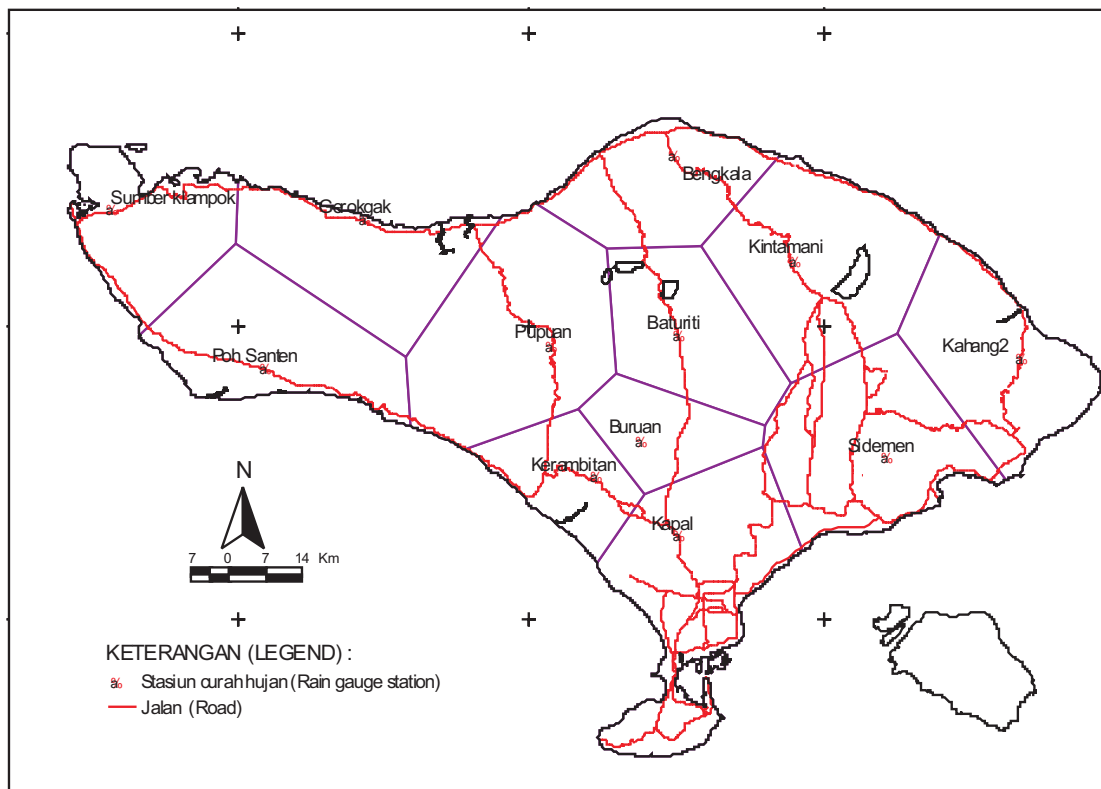
Data suhu yang digunakan diambil dari empat stasiun klimatologi milik BMKG Bali yaitu stasiun klimatologi Negara, Sanglah Denpasar, Kahang-kahang dan Bandara Ngurah Rai. Rentang waktu pengamatan yang dipergunakan adalah selama lima tahun terakhir (2004-2008).

B. Analisis Data

1. Analisis kecenderungan curah hujan

Untuk mengetahui curah hujan bulanan dan tahunan pulau Bali, maka dihitung rata-

rata bulanan berdasarkan poligon Thiesen (Asdak, 2002). Pada Gambar 2 disajikan peta poligon Thiesen di Bali berdasarkan lokasi stasiun hujan. Data curah hujan bulanan dan tahunan selanjutnya diplot selama periode data penelitian untuk mengetahui kecenderungannya, yang didasarkan pada rata-rata bergerak 10 tahun dan persamaan regresi sederhana dengan waktu sebagai peubah bebas dan curah hujan bulanan sebagai peubah tidak bebas. Analisis kecenderungan curah hujan juga dilakukan untuk setiap stasiun curah hujan.



Gambar 2. Peta poligon Thiessen di pulau Bali
Figure 2. Thiesen polygon map of Bali island

2. Analisis pergeseran bulan basah, bulan lembab dan bulan kering

Kriteria yang digunakan untuk menentukan bulan basah, bulan lembab dan bulan kering adalah berdasarkan klasifikasi Schmidt-Fergusson (1951). Adapun kriterianya adalah : bulan basah ($CH > 100$ mm); bulan lembab ($60 \text{ mm} < CH < 100$ mm); dan bulan kering ($CH < 60$ mm). Periode data yang digunakan dibagi menjadi tiga yaitu periode 1961- 1988, 1989-1998, dan 1999-2008. Metode statistik berupa ukuran gejala pemusatan (*mean* dan *modus*) digunakan dalam pengolahan data curah hujan ini. Data curah hujan bulanan untuk pulau Bali dalam satu tahun untuk satu periode dikategorikan termasuk bulan basah, lembab atau kering. Selanjutnya dihitung jumlah bulan basah, lembab dan kering dalam satu tahun untuk satu periode. Jumlah bulan basah, lembab dan kering untuk satu periode dijumlahkan dan dihitung nilai *mean* untuk menentukan jumlah bulan basah, lembab dan kering satu periode. Untuk menentukan bulan apa saja yang termasuk bulan basah, lembab atau kering digunakan nilai *modus* (frekuensi jumlah bulan terbanyak dalam satu periode). Pergerakan ketiga bulan tersebut diperoleh dengan cara membandingkan pola bulan-bulan tersebut selama tiga periode pengamatan. Analisis pergeseran bulan basah, lembab dan kering juga dilakukan untuk setiap stasiun hujan.

3. Analisis perubahan tipe iklim

Tipe iklim yang digunakan yaitu tipe iklim berdasarkan pengelompokan Schmidt-Fergusson (1951). Periode penentuan tipe iklim yang digunakan adalah 1961-1988, 1989-

1998, dan 1999-2008. Pada tiap stasiun curah hujan dilakukan penentuan tipe iklim untuk tiap periode data pengamatan. Selanjutnya hasil penentuan tipe iklim dipetakan sehingga diperoleh peta tipe iklim tiap periode data pengamatan. Perubahan tipe iklim dilakukan dengan membandingkan tipe iklim pada tiap periode.

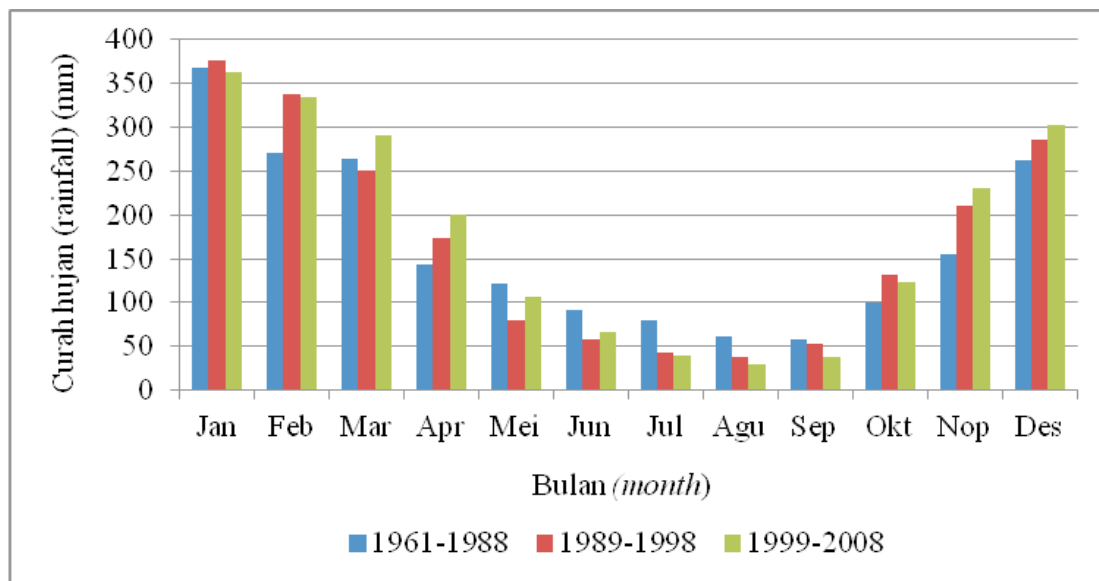
4. Analisis kecenderungan suhu udara

Data suhu bulanan rata-rata tiap stasiun klimatologi diplot selama periode data pengamatan. Kecenderungan perubahan suhu udara ditentukan berdasarkan persamaan regresi sederhana dengan waktu sebagai peubah bebas dan suhu udara rata-rata bulanan sebagai peubah tidak bebas. Pada penelitian ini juga dilakukan analisis kecenderungan perubahan suhu rata-rata bulanan pada bulan-bulan basah dan bulan-bulan kering. Bulan-bulan basah yang dianalisis adalah bulan Desember, Januari dan Februari (DJF), sedangkan untuk bulan-bulan kering meliputi bulan Juni, Juli dan Agustus (JJA).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Variabilitas Curah Hujan

Curah hujan di pulau Bali secara umum termasuk ke dalam pola curah hujan monsoonal. Pola curah hujan monsoonal ini ditandai dengan satu puncak musim hujan (unimodial) yaitu antara bulan Desember, Januari dan Februari, serta mempunyai perbedaan yang jelas antara musim hujan dan musim kemarau (Bayong Tjasyono, 1999). Pada Gambar 3 disajikan pola curah hujan rata-rata bulanan di pulau Bali.

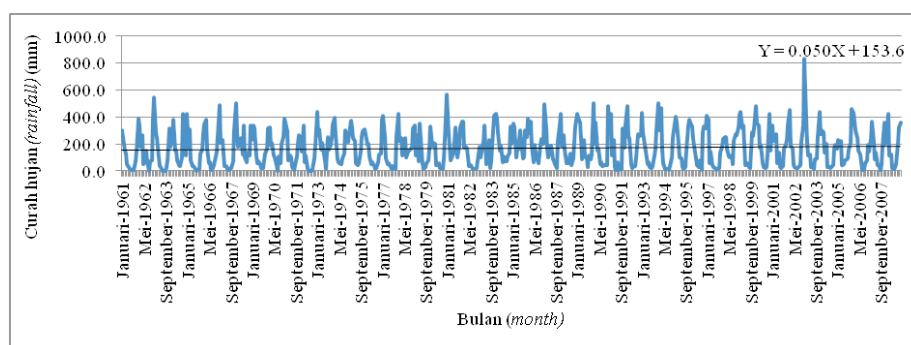


Gambar 3. Curah hujan rata-rata bulanan di pulau Bali
Figure 3. Average monthly rainfall in Bali island

Berdasarkan distribusi temporal pada Gambar 3, bulan Januari merupakan puncak musim hujan untuk semua periode. Puncak musim kemarau untuk periode tahun 1989-1998 dan 1999-2008 terjadi pada bulan Agustus, sedangkan untuk periode tahun 1961-1988 terjadi pada bulan September.

Hasil analisis data curah hujan bulanan dari tahun 1961-2008, curah hujan bulanan di pulau Bali menunjukkan pola kecenderungan yang meningkat yang ditunjukkan oleh persamaan regresi $Y = 0,05X + 153,6$ ($R^2 = 0,3$). Koefisien determinasi (R^2) dari

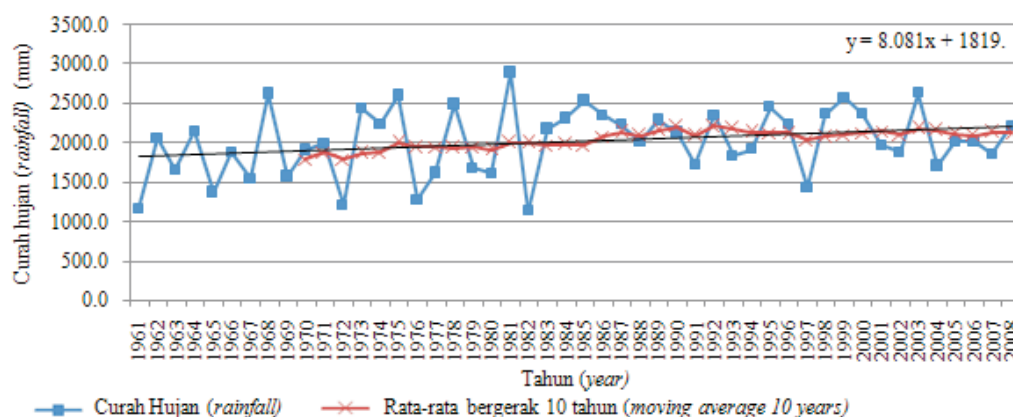
persamaan regresi yang diperoleh relatif kecil, hal ini menunjukkan bahwa model yang diperoleh dalam menjelaskan variabel Y kurang baik karena hanya mencapai 30% dan 70% lainnya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dijelaskan dalam model. Namun demikian, tujuan penyusunan persamaan regresi dalam penelitian ini hanya untuk memberikan gambaran kecenderungan curah hujan bulanan selama periode pengamatan. Pada Gambar 4 disajikan curah hujan bulanan periode tahun 1961-2008.



Gambar 4. Curah hujan bulanan periode tahun 1961-2008
Figure 4. Monthly rainfall pattern for 1961-2008 period

Kecenderungan curah hujan yang naik juga terjadi untuk curah hujan tahunan. Kecendrungan curah hujan tahunan yang naik ditunjukkan oleh persamaan regresi $Y = 0,081X + 1819$ ($R^2 = 0,69$). Kondisi ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan Qodrita Avia (2007) terhadap data curah hujan di stasiun Denpasar yang menunjukkan pola hujan yang semakin meningkat. Pada Gambar 5 disajikan pola curah hujan tahunan dari

tahun 1961-2008. Tren naiknya curah hujan tahunan juga ditunjukkan oleh fluktuasi dari nilai rata-rata bergerak tiap 10 tahun. Rata-rata bergerak dari curah hujan tahunan di Bali secara umum menunjukkan kecendrungan yang semakin naik, namun demikian pada tahun-tahun tertentu menunjukkan penurunan seperti pada sekitar tahun 1997 dimana pada saat itu terjadi El Nino.



Gambar 5. Pola curah hujan tahunan di pulau Bali periode tahun 1961-2008
 Figure 5. Annual rainfall pattern in Bali island for of 1961-2008 period

Apabila diperinci tiap stasiun curah hujan yang digunakan dalam analisis, tidak semua stasiun hujan mempunyai kecendrungan curah hujan tahunan yang naik. Stasiun curah hujan tahunan yang mempunyai kecendrungan menurun adalah di stasiun curah hujan Gerokgak, Bengkala, Sumber Klampok dan Kintamani, sedangkan stasiun curah hujan lainnya (Kapal, Baturiti, Sidemen, Kerambitan, Poh Santen, Pupuan, Buruan dan Kahangkahang) mempunyai kecendrungan curah hujan tahunan yang meningkat.

B. Perubahan Tipe Iklim

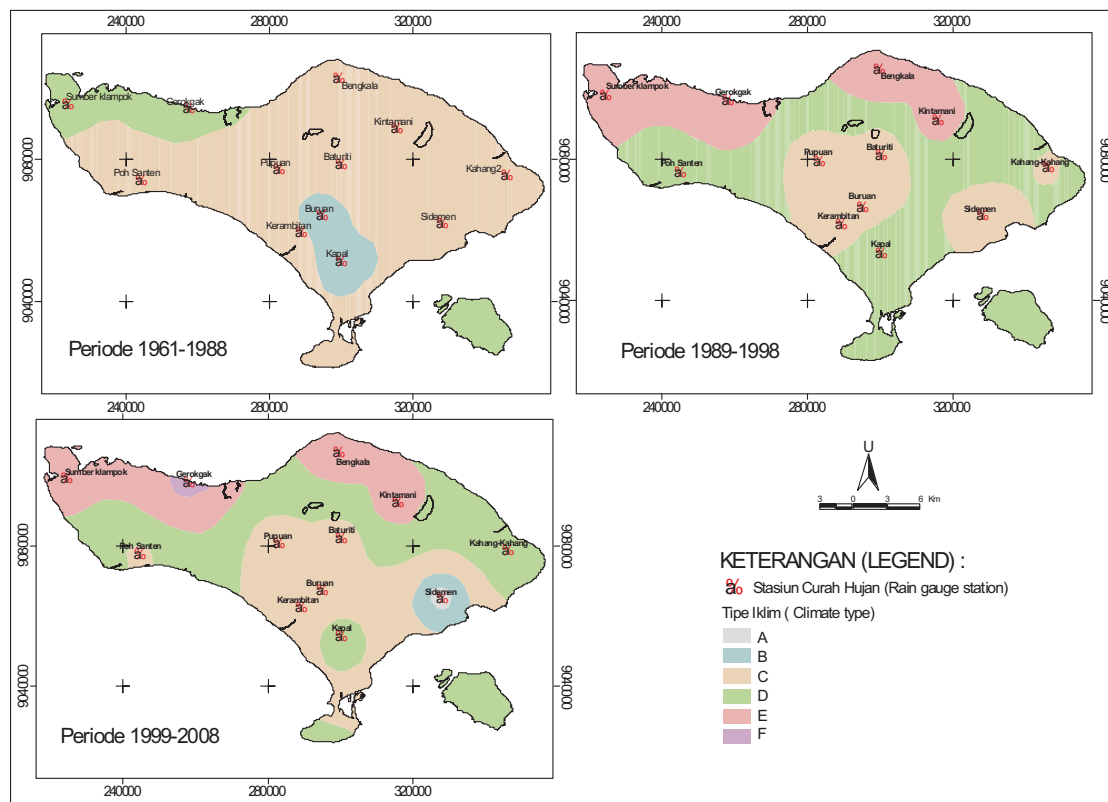
Adanya perubahan kuantitas curah hujan di tiap stasiun pengamatan, tentunya akan menyebabkan perubahan tipe iklim. Informasi tipe iklim dan perubahannya ini sangat penting dalam tatanan perencanaan di berbagai bidang khususnya kehutanan. Pada Tabel 1 disajikan pola perubahan tipe iklim pada tiap periode dan stasiun curah hujan.

Tabel 1. Pola Perubahan tipe iklim Schmidt dan Ferguson di Bali
Table 1. Change pattern of Scmidth-Fergusson climate type in Bali

Stasiun Curah Hujan (Rain gauge station)	1961-1988*		1989-1998**		1999-2008**	
	Q	Tipe Iklim (Climate type)	Q	Tipe Iklim (Climate type)	Q	Tipe Iklim (Climate type)
Baturiti	0,449	C	0,365	C	0,500	C
Kapal	0,333	B	0,882	D	0,667	D
Sidemen	0,435	C	0,467	C	0,122	A
Gerokgak	0,834	D	1,670	E	1,771	F
Kerambitan	0,400	C	0,491	C	0,432	C
Bengkala	0,449	C	1,414	E	1,295	E
Sumber klampok	0,627	D	1,200	E	1,087	E
Poh Santen	0,534	C	0,690	D	0,580	C
Pupuan	0,495	C	0,397	C	0,454	C
Kintamani	0,447	C	1,174	E	1,205	E
Buruan	0,332	C	0,441	C	0,386	C
Kahang-kahang	0,505	C	0,596	C	0,818	D

Keterangan (Remarks) : *) Sumber data GPCC (Data source : GPCC), **) Sumber data BMKG Bali (Data source : BMKG Bali)

Pada Gambar 6 disajikan penyebaran secara spasial tipe iklim di Bali pada tiap periode analisis.



Gambar 6. Penyebaran type iklim di Bali untuk tiap periode
Figure 6. Spasial distribution of climate type in Bali for each period

Berdasarkan Tabel 1, pada periode 1961-1988 yang menggunakan data GPCC, di pulau Bali secara umum mempunyai tipe iklim C (agak basah). Hanya wilayah yang diwakili oleh stasiun curah hujan Gerokgak dan Sumber Klampok yang mempunyai tipe iklim D, serta stasiun curah hujan Kapal mempunyai tipe iklim B. Pada periode 1989-1998 terjadi perubahan yaitu terdapat tiga tipe iklim yaitu C (agak basah), D (sedang) dan E (agak kering). Tipe iklim E penyebarannya terdapat di Bali bagian Utara yang diwakili oleh stasiun curah hujan Gerokgak, Sumber Klampok, Bengkala dan Kintamani. Wilayah dengan iklim agak basah terdapat di bagian tengah serta bagian Selatan pulau Bali yang diwakili oleh stasiun curah hujan Baturiti, Sidemen, Kerambitan,

Pupuan, Buruan dan Kahang-kahang. Pada periode 1999-2008, penyebaran tipe iklim berubah kembali sehingga terdiri dari tipe iklim A (sangat basah) sampai tipe iklim F (kering). Pada periode ini terdapat wilayah dengan iklim sangat basah yang diwakili oleh stasiun curah hujan Sidemen dan tipe iklim F yang diwakili oleh stasiun curah hujan Gerokgak. Daerah dengan iklim agak kering dan kering masih berada di bagian Utara pulau Bali, daerah dengan iklim sedang memanjang dari Barat ke Timur di bagian tengah pulau, sedangkan tipe iklim sangat basah, agak basah dan basah pada umumnya berada di bagian Selatan. Pada Tabel 2 disajikan luas masing-masing tipe iklim untuk tiap periode analisis.

Tabel 2. Luas tipe iklim pada tiap periode di Bali

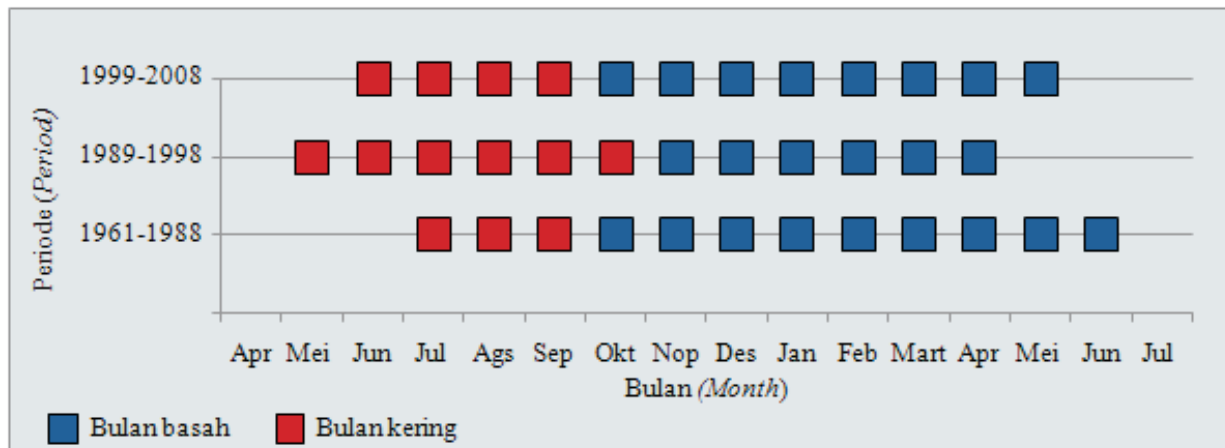
Table 2. Area of climate type for each period in Bali

Tipe iklim (Climate type)	Luas tiap periode (Area of each period) (ha)		
	1961-1988	1989-1998	1999-2008
A	-	-	2.924,2
B	40.461,9	-	17.194,7
C	441.844,4	137.233,0	177.697,6
D	77.180,5	298.050,7	243.086,1
E	-	124.203,2	114.853,6
F	-	-	3.730,5
Jumlah	559.486,8	559.486,8	559.486,8

Berdasarkan Tabel 2, tipe iklim di Bali selama periode pengamatan semakin variatif. Luasan wilayah dengan tipe iklim C mengalami penurunan, namun wilayah dengan tipe iklim D mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Selain itu juga terdapat wilayah-wilayah yang mempunyai iklim agak kering (tipe D) yang cukup luas di mana pada periode 1961-1988 tidak ada.

C. Pergeseran Bulan Basah, Bulan Lembab dan Bulan Kering

Parameter lainnya yang digunakan untuk mengetahui adanya perubahan iklim di Pulau Bali adalah pergeseran antara bulan basah, bulan lembab dan bulan kering. Hasil analisis untuk keseluruhan pulau Bali disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan bulan basah dan kering tiga periode di pulau Bali
Figure 7. Comparison of wet and dry month of three periods in Bali island

Berdasarkan Gambar 7, telah terjadi pergeseran bulan basah dari periode 1961-1988 yang dimulai bulan Oktober sampai Juni menjadi bulan Nopember sampai April pada periode 1989-1998. Perubahan kembali terjadi pada periode 1999-2008 dimana bulan basah kembali mulai dari bulan Oktober namun berakhir pada bulan Mei. Jumlah bulan basah dari periode 1961-1988 mengalami penurunan pada periode 1989-1998 menjadi enam bulan dan pada periode 2000-2008 menjadi delapan bulan.

Perubahan kondisi bulan basah, bulan lembab dan bulan kering secara spasial pada masing-masing stasiun hujan yang digunakan dalam analisis sangat beragam. Berdasarkan data pada tiap stasiun curah hujan, pada umumnya terjadi pergeseran mulainya bulan basah dari periode 1961-1988 sampai periode 1999-2008. Pergeseran bulan basah dari bulan Nopember menjadi Oktober terjadi di stasiun curah hujan Baturiti, Sidemen, Poh Santen, Buruan dan Kahang-kahang dengan jumlah bulan basah cenderung bertambah atau tetap dan jumlah bulan kering yang berkurang. Pergeseran mulai bulan basah juga terjadi dari bulan Nopember di periode 1961-1988 menjadi Desember pada periode berikutnya, hal ini

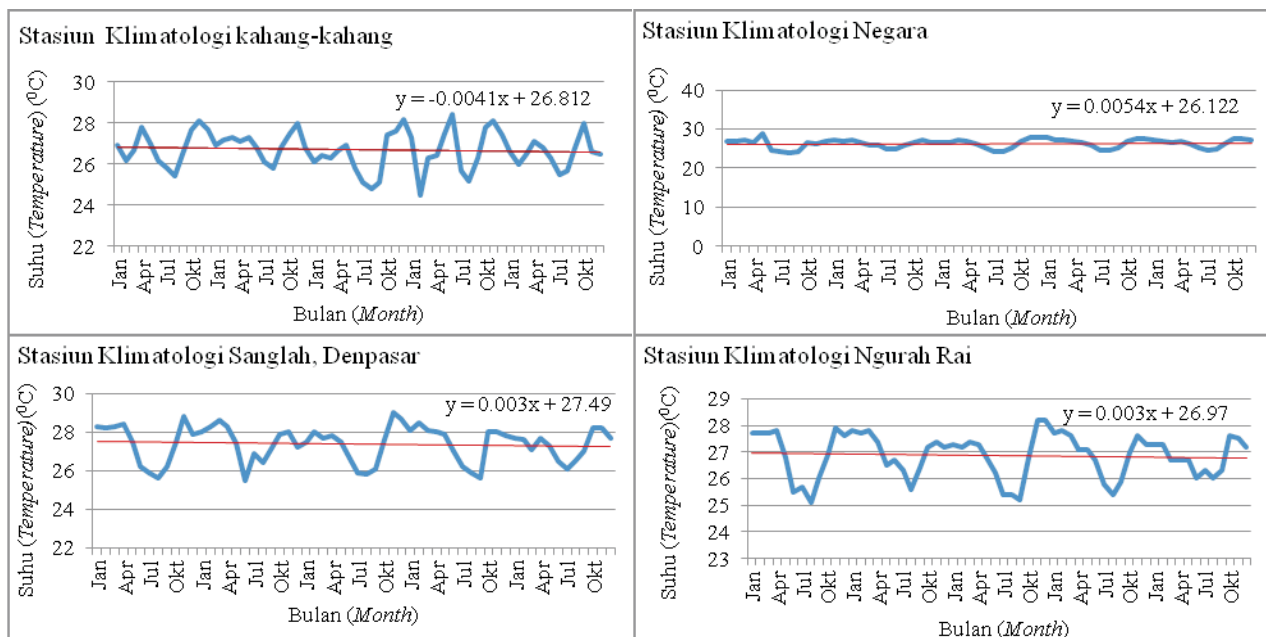
terjadi di stasiun curah hujan Gerokgak dan Bengkala dengan jumlah bulan basah yang cenderung berkurang. Pada stasiun curah hujan Sumber Klampok dan Kapal jumlah bulan basah cenderung berkurang dengan pergeseran mulai bulan basah dari bulan Oktober pada periode 1961-1988 menjadi bulan Nopember pada periode berikutnya. Namun demikian, pada beberapa stasiun yaitu Kerambitan, Kintamani dan Pupuan tidak mengalami pergeseran mulai bulan basah, dan jumlah bulan basah cenderung tetap. Pergeseran dan perubahan jumlah bulan basah dipengaruhi oleh tren curah hujan pada tiap stasiun curah hujan.

D. Perubahan Suhu

Data suhu yang dipergunakan dalam analisis adalah suhu rata-rata bulanan dari empat stasiun Klimatologi milik BMKG Bali dengan periode waktu 5 tahun (2004-2008). Berdasarkan data suhu rata-rata bulanan selama 5 tahun dari stasiun klimatologi Kahang-kahang, Negara, Denpasar dan Ngurah Rai, diperoleh kecenderungan suhu yang meningkat, hanya stasiun klimatologi Kahang-kahang yang cenderung menurun.

Kenaikan suhu di tiga stasiun klimatologi Negara, Denpasar dan Ngurah Rai per tahun berturut-turut 0,08°C, 0,02°C dan 0,02°C, sedangkan kecendrungan suhu yang menurun di stasiun Kahang-kahang per tahunnya

mencapai 0,02°C. Pada Gambar 8 disajikan data suhu rata-rata bulanan selama periode 2004-2008 di empat stasiun klimatologi yang digunakan.



Gambar 8. Pola suhu bulanan-rata-rata dari tahun 2004-2008
 Figure 8. Pattern of monthly average temperature for 2004-2008 period

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis kecendrungan. Bulan-bulan basah yang dianalisis adalah bulan Desember, Januari dan Februari (DJF), sedangkan untuk bulan-bulan kering meliputi bulan Juni, Juli dan Agustus (JJA).

Hasil analisis perubahan suhu rata-rata bulanan pada bulan-bulan basah (Desember, Januari dan Februari) menunjukkan bahwa selama periode 2004-2008 mempunyai kecendrungan suhu yang menurun kecuali di stasiun klimatologi Negara dan Denpasar yang menunjukkan kecendrungan suhu naik pada bulan Desember. Pada bulan-bulan kering yaitu bulan Juni, Juli dan Agustus, suhu rata-rata bulanan pada stasiun klimatologi Negara dan Ngurah Rai mempunyai kecendrungan naik selama periode 2004-2008. Pada bulan

Juni dan Agustus di stasiun klimatologi Kahang-kahang dan Denpasar juga menunjukkan kecendrungan suhu rata-rata bulanan naik, namun pada bulan Juli mempunyai kecendrungan turun.

E. Dampak Perubahan Iklim

Hasil wawancara dengan beberapa instansi terkait seperti Dinas Kehutanan, Dinas Pertanian, Perguruan Tinggi (PSL Udayana), serta beberapa tokoh masyarakat sekitar kawasan hutan, menunjukkan bahwa dampak perubahan iklim terhadap ekosistem hutan secara pasti belum diketahui. Namun terdapat beberapa dampak yang diperkirakan dipengaruhi oleh faktor perubahan iklim serta dampak yang berkaitan dengan aspek

pengelolaan, diantaranya adalah kebakaran hutan dan perubahan waktu penanaman.

Faktor penyebab kebakaran hutan bisa faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam yang menyebabkan potensi kebakarn tinggi adalah suhu yang kering, bahan bakar berupa banyaknya tumbuhan yang kering dan lain sebagainya, sedangkan faktor manusia dapat

berupa pembukaan lahan dengan metode pembakaran dan faktor ketidaksengajaan. Faktor penyebab kebakaran hutan dibeberapa wilayah di Bali belum dapat didefinisikan dengan tepat, namun diindikasikan bahwa faktor manusia yang lebih dominan. Beberapa wilayah di Bali dimana sering terjadi kebakaran hutan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebakaran hutan pada kawasan hutan di Pulau Bali
Table 3. Forest fire of forest area in Bali Island

Kabupaten/RPH (District/RPH)	Tahun (year) 2007		Tahun (year) 2008	
	Frekuensi (Frequency)	Luas (Area) (ha)	Frekuensi (Frequency)	Luas (Area) (ha)
- Kabupaten Bangli				
RPH Kintamani Barat	-	-	1	2
RPH Kintamani Timur	1	1	5	38,5
RPH Penelokan	1	0,02	3	85
- Kabupaten Karangasem				
RPH Rendang	1	3	1	6
RPH Abang	-	-	3	12
RPH Kubu	-	-	7	29
RPH Daya	-	-	2	12
RPH Karangasem Mangis	1	1,5	1	3
- Kabupaten Buleleng				
RPH Tejakula	-	-	5	46
RPH Sukasada	4	10	-	-
RPH Seririt	1	1	2	15,5
RPH Grokgak	3	20	-	-
RPH Sumberkima	6	47	-	-

Sumber (Source) : Statistik Kehutanan Provinsi Bali 2007 dan 2008 (*Forestry Statistic of Bali Province 2007 and 2008*)

Berdasarkan data pada Tabel 3, daerah-daerah yang mengalami kebakaran hutan sebagian besar berada pada wilayah dengan tipe iklim E dan F serta sebagian kecil pada wilayah iklim D. Kondisi iklim ini mempunyai bulan kering yang lebih panjang dari bulan basah sehingga peluang terjadinya kebakaran yang dipengaruhi faktor iklim cukup besar. Hal ini juga diperkuat dengan data suhu rata-rata bulanan pada bulan kering (JJA= Juni, Juli, Agustus) mempunyai kecendrungan yang meningkat sehingga bisa menjadi pemicu terjadinya kebakaran hutan.

Kegiatan penanaman baik berupa kegiatan Gerhan atau Bali Hijau yang dilaksanakan di Bali, didasarkan pada kondisi mulai musim hujan secara umum. Dengan adanya pergeseran bulan basah, bulan kering dan bulan lembab, maka pelaksanaan kegiatan akan ikut bergeser. Demikian pula halnya dengan perubahan jumlah bulan basah dan bulan kering akan berpengaruh terhadap keberhasilan penanaman khususnya berkaitan dengan ketersediaan air yang dibutuhkan tanaman. Oleh sebab itu perlu dilakukan adaptasi dalam rangka meminimalkan dampak

perubahan iklim, di antaranya dengan menyesuaikan jadwal penanaman dengan perubahan yang terjadi serta memilih jenis-jenis yang mampu beradaptasi terhadap perubahan ketersediaan air.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Iklim di pulau Bali secara umum sudah mengalami perubahan. Berdasarkan parameter yang dianalisis, perubahan tersebut adalah : tipe iklim berdasarkan Schmidt-Ferguson mengalami perubahan dari relatif basah menjadi cenderung kering; curah hujan bulanan dan tahunan memiliki kecenderungan yang semakin meningkat; suhu udara rata-rata bulanan pada umumnya mengalami peningkatan; serta terjadi pergeseran dan perubahan jumlah bulan basah dan bulan kering. Dampak perubahan iklim terhadap ekosistem hutan di Bali belum diketahui, namun demikian terdapat dampak sebagai implikasi perubahan iklim terhadap sektor kehutanan yaitu kebakaran hutan dan perubahan waktu penanaman.

B. Saran

Upaya adaptasi yang bertujuan untuk mengurangi dampak yang mungkin ditimbulkan oleh perubahan iklim di Bali dapat dilakukan, diantaranya : menyelaraskan perencanaan, khususnya yang berhubungan dengan penanaman, dengan perubahan yang terjadi; serta untuk sektor kehutanan perlu dilakukan upaya inventarisasi jenis-jenis pohon yang toleran terhadap perubahan iklim untuk menunjang kegiatan penanaman. Selain itu informasi perubahan iklim perlu diperbaharui terus-menerus dengan data yang terbaru, sehingga upaya mitigasi dan adaptasi akan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Edisi revisi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bayong Tjasyono, H.K. 1999. Klimatologi Umum. Penerbit ITB. Bandung.
- Bayong Tjasyono, H.K. 2004. Klimatologi. Penerbit ITB. Bandung.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007 : Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson. (Eds.). Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Las, I. 2007. Kebijakan litbang pertanian menghadapi perubahan iklim. Dipresentasikan pada pertemuan Pokja Anomali Iklim mengenai Dampak Perubahan Iklim terhadap Sektor Pertanian. Strategi Antisipasi dan Teknologi Adaptasi. 20 Agustus 2007. Bogor.
- Meiviana, A., D.R. Sulistiowati, dan M.H. Soejach-moen. 2004. Bumi Makin Panas. Ancaman Perubahan Iklim di Indonesia. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia dan Yayasan Pelangi Indonesia. Jakarta. 65 Hlm.
- Naylor, R.L., D.S. Battisti, D.J. Vimont, W.P. Falcon, and M.B. Burke. 2007. Assessing risks of climate variability and climate change for Indonesian rice agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. PNAS 104(19):7752-7757.

- Panjiwibowo, C., R. Wisnu, H. S. Moekti, dan T. Olivia. 2003. Mencari Pohon Uang : CDM Kehutanan di Indonesia. Yayasan Pelangi. Jakarta.
- Qodrita Avia, L. 2007. Variabilitas Curah Hujan di Denpasar 1926-2002. Prosiding Seminar Nasional Pemanasan Global dan Perubahan Global . Fakta, Mitigasi, dan Adaptasi. www.dirgantarlapan.or.id. Diakses 20 Desember 2009.
- Runtunuwu, E. and A. Kondoh. 2006. Assessing Global Climate Variability and Change under Coldest and Warmest Periods at Different Latitude Regions. *Submitted to IJAS. (review in process)*.
- Schmidt, F.H., and J.H.A. Fergusson. 1951. Rainfall types based on wet and dry period ratios for Indonesia with Western New Guinea. Djawat-an Meteorologi dan Geofisik. Jakarta.
- Vladu, I.F. 2006. Adaptation as part of the development process. Technology Sub-programme. Adaptation, Technology and Science Pro-gramme. UNFCCC.